

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



JC973 U.S. PTO  
10/086237  
02/27/02

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 14 078.9  
**Anmeldetag:** 22. März 2001  
**Anmelder/Inhaber:** Modine Manufacturing Company,  
Racine, Wis./US  
**Bezeichnung:** Wärmetauscher und Herstellungsverfahren  
**IPC:** F 28 F 9/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Januar 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wehner

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, bestehend aus flachen Wärmetauscherrohren, deren Enden in zugeordneten mit Durchzügen versehenen Öffnungen von Rohrböden stecken, wobei sie so weit über der Innenseite der Rohrböden ragen, daß die Längsseiten der flachen Wärmetauscherrohre in Richtung zum Rohrboden hin umbiegbar sind, wobei die Rohrböden mit Sammelkästen verbunden sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für den Wärmetauscher.

Ein solcher Wärmetauscher ist aus der DE 198 57 435 A1 bekannt. Mit dem dortigen Wärmetauscher wird eine Reduzierung der Druckverluste in demselben erreicht. Die dort vorgeschlagenen Mittel scheinen jedoch recht aufwendig und deshalb nachteilig zu sein, weil auf der Innenseite des Rohrbodens eine Umlenkplatte eingefügt wird, die die Strömungswiderstände für das ein – oder ausströmende Medium verringert und deshalb den Druckverlust reduziert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demzufolge darin, mit wesentlich einfacheren, kostengünstigen Mitteln, insbesondere durch Verzicht auf die Umlenkplatte, eine vergleichbare Reduzierung des Druckverlustes im Wärmetauscher zu realisieren.

Die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich bei dem gemäß Oberbegriff ausgebildeten Wärmetauscher durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

Es ist demnach vorgesehen, daß die Längsseiten an den Enden der flachen Wärmetauscherrohre so weit umgebogen sind, daß die Enden der Längsseiten benachbarter Wärmetauscherrohre eine strömungsgünstige Fläche über dem Rohrboden bilden, die Strömungstrichter der Wärmetauscherrohre einschließt.

Dadurch werden sowohl optimale Strömungstrichter für jedes einzelne Wärmetauscherrohr geschaffen als auch, insbesondere bei stärker verformten Rohrböden, werden die durch die Verformungen hervorgerufenen Strömungswiderstände, die zu erhöhtem Druckverlust führen, deutlich abgesenkt. Weil die strömungsgünstige Fläche etwa eben ist oder eine sanfte Wellenform aufweist, können auch stärker verformte und deshalb stabilere Rohrböden zum Einsatz kommen, ohne daß sich dadurch ein höherer Druckverlust ergibt. Die stärker verformten Rohrböden ermöglichen den Einsatz geringerer Blechdicken, was selbstverständlich ein weiterer Gewichts – und Kostenfaktor ist. Der Zusammenhang zwischen der Verformung des Rohrbodens und der dadurch verursachten Erhöhung des Druckverlustes wurde also durch die Erfindung beseitigt. Ferner gestatten die umgelegten Enden der

Wärmetauscherrohre eine exzellente Lötverbindung der Enden in den Durchzügen an den Öffnungen der Rohrböden. Darüber hinaus sind keine Hilfsvorrichtungen erforderlich, die den vormontierten Wärmetauscher vor dem Löten zusammenhalten müssen, weil derselbe Zusammenhalt mittels der umgebogenen Enden der  
5 Wärmetauscherrohre geschaffen wurde.

Weiterbildungen sehen vor, daß der Überstand der noch nicht umgebogenen Enden der Wärmetauscherrohre über dem Rohrboden betragsmäßig unter Berücksichtigung des Biegeradius etwa die Hälfte des Abstandes zwischen den Wärmetauscherrohren ist. Dadurch wird erreicht, daß zwischen den umgebogenen Ende  
10 benachbarter Wärmetauscherrohre möglichst kein oder wenn, dann nur ein sehr kleiner Spalt verbleibt. In Anbetracht der sehr geringen Blechdicke der Wärmetauscherrohre hat es sich auch als gut ausführbar erwiesen, die umgebogenen Enden benachbarter Wärmetauscherrohre geringfügig überlappen zu lassen. Längentoleranzen der Wärmetauscherrohre wirken sich auf den vorstehenden Sachverhalt  
15 aus. Bei Wärmetauschern, deren flache Wärmetauscherrohre etwa senkrecht zur Ebene des Rohrbodens stehen beträgt der Biegewinkel der umgebogenen Enden der Wärmetauscherrohre etwa  $90^\circ$  oder geringfügig weniger als  $90^\circ$ . Die Steifigkeit der umgebogenen Enden ist verbessert, wenn der Biegewinkel etwas kleiner als  $90^\circ$  ist, beispielsweise  $85 - 89^\circ$ , wobei die strömungsgünstige Fläche erhalten  
20 bleibt. Insbesondere bei stark verformten Rohrböden treten die erfindungsgemäßen Wirkungen auch noch dann ein, wenn der Biegewinkel etwas größer als  $90^\circ$  gewählt wird.

Besonders wirksam ist die vorliegende Erfindung in leicht einzusehender Weise, wenn Rohrböden verwendet werden, deren um die Öffnungen angeordneten  
25 Durchzüge in Richtung zum Sammelkasten hin weisen. Solche Durchzüge sind fertigungstechnisch einfacher und deshalb häufiger anzutreffen. Sie haben jedoch bisher stets zu höherem Druckverlust geführt, was durch die Erfindung erheblich verbessert wurde. Nichtsdestotrotz kann die Erfindung auch bei solchen Rohrböden angewendet werden, deren Durchzüge in Richtung zum Wärmetauschernetz  
30 weisen, wobei die umgebogenen Enden dann direkt auf der Innenseite des Rohrbodens anliegen.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren sieht vor, daß die gegenüberliegenden Schmalseiten der flachen Wärmetauscherrohre zunächst aufgetrennt werden, wonach die gegenüberliegenden Längsseiten so weit nach außen umgebogen

werden, daß sie gemeinsam mit den Längsseiten benachbarter Wärmetauscherrohre eine strömungsgünstige Fläche über der Innenseite des Rohrbodens ergeben.

Der Auftrennvorgang und der Umbiegevorgang wird vorzugsweise mit einem Umformwerkzeug in einem einzigen Arbeitsgang durchgeführt.

Wegen weiterer Merkmale wird auf die Ansprüche verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen beschrieben. Aus dieser Beschreibung können sich weitere Merkmale und Vorteile ergeben, die möglicherweise auch wesentlicher Bestandteil der Erfindung sind. Dazu wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teils des Wärmetauschers;

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt;

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt;

Fig. 4 prinzipielle 1. Fertigungsstufe;

Fig. 5 2. Fertigungsstufe (Endstufe)

Fig. 6 zeigt den Längsschnitt einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 7 zeigt den Längsschnitt einer dritten Ausführungsform;

Der Wärmetauscher besteht im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einer einzigen Reihe von flachen Wärmetauscherrohren **1** und dazwischen angeordneten Rippen **2**, die einen sogenannten Rippen – Rohr – Block bilden. An beiden Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1**, von denen nur das eine Ende **3** gezeigt ist, weil das andere Ende **3** identisch ausgebildet ist, befindet sich je ein Rohrboden **4**. Der Rohrboden **4** hat eine Reihe von Öffnungen **5**, die mit den Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1** übereinstimmen, d. h. die Enden **3** passen in die Öffnungen **5** hinein. Jede Öffnung **5** ist von einem Durchzug **6** umgeben, die im Ausführungsbeispiel zum Sammelkasten **7** hin ausgerichtet sind. Der Sammelkasten **7** ist mit seinem Rand **8** im U-förmig umgeformten Rand **9** des zugehörigen Rohrbodens **4** unter Hinzufügung einer Dichtung **10** verbunden.

Bei einem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel ist zwischen Sammelkasten **7** und Rohrboden **4** keine mechanische Verbindung sondern eine löttechnische Verbindung vorgesehen, die in bekannter Weise ausgebildet ist, denn sämtliche Teile des Wärmetauschers bestehen aus lotbeschichtetem oder lotplattiertem Aluminiumblech. Ferner kann die übrige Ausbildung des Rohrbodens **4** ebenfalls verschieden von der gezeigten Ausbildung sein. Beispielsweise kann eine U-förmige Form des

Rohrbodens **4** gewählt werden, bei der also die Längswände **20** des Sammelkastens **7** Bestandteil des Rohrbodens **4** sind. Ein solcher Rohrboden **4** kann einfach mit einem nicht gezeigten Deckel verschlossen werden, so daß dadurch der Sammelkasten **7** entsteht. Es ist genauso gut möglich, durch Umformung der Längswände **20** den Sammelkasten **7** zu bilden, wobei die umgeformten Längswände **20** sich in einer Naht berühren, die beispielsweise mittels Lötens verbunden wird. In dem Fall sind der Rohrboden **4** und der Sammelkasten **7** einstückig ausgebildet.

Zunächst wird der Rippen – Rohr – Block zusammengefügt, indem in abwechselnder Folge flache Wärmetauscherrohre **1** und Wellrippen **2** gestapelt werden. Danach wird je ein Rohrboden **4** mit seinen mit Durchzügen **6** versehenen Öffnungen **5** auf die Enden **3** der flachen Wärmetauscherrohre **1** aufgesteckt, so daß die Enden **3** deutlich über der Innenseite **13** der Rohrböden **4** überstehen. Der Überstand ist betragsmäßig etwa die Hälfte des Abstandes **16** (Fig. 3) zwischen den Flachrohren **1**, um zu gewährleisten, daß nachfolgend eine etwa geschlossene, strömungsgünstige Fläche **15** geschaffen werden kann. Diese wird dadurch geschaffen, daß mittels eines nicht gezeigten Umformwerkzeuges in einem einzigen Arbeitsgang sämtliche Enden **3** der Flachrohre **1** an den Schmalseiten **12** und im Bereich des erwähnten Überstands aufgetrennt werden, so daß die Längsseiten **11** der Enden **3** der Flachrohre **1** dicht oberhalb des Rohrbodens **4** bzw. der Durchzüge **6** an den Öffnungen **5** jeweils nach außen umgelegt werden können. Sie werden so weit umgelegt, daß mittels der umgelegten Längsseiten **11** benachbarter Flachrohre **1** eine etwa ebene Fläche **15** oberhalb des Rohrbodens **4** entsteht. In Fig. 3 wurde ein sehr geringer Spalt **25** zwischen den Längsseiten **11** benachbarter Flachrohre **1** eingezeichnet. Der Spalt **25** ist so gering, daß beim nachfolgenden Lötens derselbe möglichst, jedoch nicht notwendigerweise, mit Lot gefüllt, also eine Verbindung geschaffen wird.

Da im gezeigten Ausführungsbeispiel die Wärmetauscherrohre **1** senkrecht zu den Rohrböden **4** angeordnet sind, beträgt der Biegewinkel  $\alpha$  eines jeden Endes **3** etwa  $90^\circ$ , wie ebenfalls aus Fig. 3 zu sehen ist. Es soll darauf hingewiesen werden, daß die Biegung selbst, im Gegensatz zum in Fig. 3 gezeigten Beispiel, mit einem wesentlich kleineren Biegeradius erfolgen kann, so daß die zum Rohrboden **4** parallele Fläche **15** dichter am Rohrboden **4** liegt. In Fig. 3 wurden die von links ersten beiden Wärmetauscherrohre **1** mit nicht umgebogenen also geraden Enden **3**

dargestellt. Nachdem sämtliche Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1**, wie anhand der beiden Rohrenden **3** gezeigt, in die Öffnungen **5** der beiden Rohrböden **4** eingefügt wurden, wird an den beiden gegenüberliegenden Schmalseiten **12** der Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1** der Trennschnitt **17** angebracht, wonach beide

5 Enden **3** eines jeden Rohres **1** in entgegengesetzter Richtung um etwa 90° umgebogen werden. Das Auftrennen und Umbiegen der Enden **3** erfolgt in einem Arbeitsgang mittels eines Umformwerkzeuges und zwar gleichzeitig an allen Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1** und vorzugsweise auch gleichzeitig an beiden Seiten des Wärmetauschers bzw. beiden gegenüberliegenden Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1**. Bei Flachrohren **1** mit breiteren Schmalseiten **12** wird anstelle der

10 Trennschnitte **17** an beiden Schmalseiten **12** jeweils ein Ausschnitt **31** vorgesehen, um das Umbiegen der Enden **3** zu verbessern und um zu vermeiden, daß die durch das Umbiegen erzeugte Fläche **15** durch die nach dem Umbiegen aufgerichteten Schmalseiten **17** in ihren Leiteigenschaften beeinträchtigt wird, was weiter unten bei Fig. 7 beschrieben ist.

Das Herstellungsverfahren soll am Beispiel der Fig. 4 und 5 beschrieben werden, die die Umformung nur eines der Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1** sehr prinzipiell zeigen. Die Fig. 4 zeigt die erste Fertigungsstufe in einem Schnitt parallel zur Längsseite **11** des Wärmetauscherrohres **1**, wobei der Biegestempel **21** von oben

20 in die Öffnung des Wärmetauscherrohres **1** eingeführt wurde. In dieser Fertigungsstufe stabilisiert der Biegestempel **21** das Wärmetauscherrohr **1** und bildet ein Widerlager für die beiden Schnittstempel **22**, die in Richtung der Längsseiten **11** auf beide Schmalseiten **12** einwirken und dort je einen Trennschnitt **17** anbringen. Danach wird der Biegestempel **21** tiefer in das Ende **3** eingeführt, bis die Biegekanten

25 **23** des Biegestempels **21** auf die Längsseiten **11** wirken, so daß beide Längsseiten **11** etwa um 90° umgebogen werden. Dies wird in Fig. 5 sehr prinzipiell gezeigt, die den Schnitt V – V aus Fig. 4 darstellt. Das Umformwerkzeug weist eine der Anzahl der Enden **3** der Wärmetauscherrohre **1** entsprechende Vielzahl solcher Biege – und Schnittstempel **21**, **22** auf, so daß in einem Arbeitsgang sämtliche Rohrenden

30 **3**, wie gezeigt, umgeformt werden können. Aus den Darstellungen geht auch hervor, daß die umgebogenen Enden **3** über die beiden Rohrböden **4** den Rohr **1** – Rippen **2** – Block fest zusammenhalten, so daß für den Lötvorgang keine weiteren Hilfsvorrichtungen erforderlich sind.

Außerdem ist zu erkennen, daß eine exzellente Lötverbindung zwischen den Rohr-

enden 3 und den Durchzügen 6 möglich ist, weil die Biegestempel 21 die Wandung der Wärmetauscherrohre 1 allseitig an den Durchzügen 6 zur Anlage bringen.

In Fig. 6 sind die Längsseiten 11 der Enden 3 geringfügig überlappt. Sie weisen eine Überlappung 30 auf. Die Überlappung 30 ist so ausgeführt, daß das oben liegende Ende 3 des einen Wärmetauscherrohres 1 dichter an der Einströmöffnung 32 in den Sammelkasten 7 liegt, als das unten liegende Ende 3 des benachbarten Wärmetauscherrohres 1.

Die Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform des Wärmetauschers, die sich insbesondere dann eignet, wenn flache Wärmetauscherrohre 1 verwendet werden, deren Schmalseiten 12 etwas breiter sind. Solche Wärmetauscher sind beispielsweise Ladeluftkühler. Bei solchen Wärmetauschern besteht der Trennschnitt 17 in den Schmalseiten 12 der Enden 3 in einem Ausschnitt 31, um die Schmalseiten 12 in diesem Bereich zumindest teilweise zu entfernen. Nach dem Umbiegen der Enden 3 bleiben daher keine störenden in den Sammelkasten 7 aufragenden Schmalseiten 12 übrig, die zu einem unerwünschten Druckverlust führen könnten.

## Patentansprüche

1. Wärmetauscher, bestehend aus flachen Wärmetauscherrohren (1), deren Enden (3) in zugeordneten mit Durchzügen (6) versehenen Öffnungen (5) von Rohrböden (4) stecken, wobei sie so weit über die Innenseite (13) der Rohrböden (4) ragen, daß die Längsseiten (11) der flachen Wärmetauscherrohre (1) in Richtung zum Rohrboden (4) hin umbiegbar sind, wobei die Rohrböden (4) mit Sammelkästen (7) zusammenwirken,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Längsseiten (11) an den Enden (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) so weit umgebogen sind, daß die Enden (3) der Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über dem Rohrboden (4) bilden, die Strömungstrichter (26) der Wärmetauscherrohre (1) einschließt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Überstand der noch nicht umgebogenen Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) über dem Rohrboden (4) betragsmäßig unter Berücksichtigung der Biegeradien etwa die Hälfte des Abstandes (16) zwischen den Wärmetauscherrohren (1) ist, so daß die um etwa 90° umgebogenen Enden (3) benachbarter, flacher Wärmetauscherrohre (1) möglichst eng aneinanderliegen oder sich geringfügig überlappen (30) oder lediglich einen sehr geringen Abstand (Spalt 25) besitzen.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchzüge (6) an den Öffnungen (5) in den Rohrböden (4) nach innen, zum Sammelkasten (7) hin, gerichtet sind, wobei entweder die Rohrböden (4) mit Sammelkästen (7) mechanisch dicht verbunden oder Rohrboden (4) und Sammelkasten (7) einteilig ausgebildet sind.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche (15) etwa parallel zur Ebene des Rohrbodens (4) abgeordnet ist.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei sich überlappenden Enden (3) benachbarter, flacher Wärmetauscherrohre (1) und bei an einer Stirnseite des Sammelkastens (7) oder in deren Nähe angeordneter Einströmöffnung (32) das oben liegende Ende (3) eines Wärmetauscherrohres (1) nä-



her an der Einströmöffnung (32) in den Sammelkasten (7) liegt als das unten liegende Ende (3) des benachbarten Wärmetauscherrohres (1).

5 6. Wärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Enden (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) in deren Schmalseiten (12) mindestens ein Trennschnitt (17) oder eine Ausschnitt (31) angeordnet ist, der das nachfolgende Umbiegen der Längsseiten (11) an den Enden (3) gestattet.

10 7. Verfahren zur Herstellung der Wärmetauscher, bei dem ein Rippen – Rohr - Block zusammengefügt wird und auf die Enden (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) Rohrböden (4) aufgesetzt werden, derart, daß sie mit ihren Durchzüge (6) aufweisenden Öffnungen (5) so weit über die Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) geschoben werden, daß dieselben über der Innenseite (13) der Rohrböden (4)  
15 überstehen und umbogen werden,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die gegenüberliegenden Schmalseiten (12) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) aufgespaltet (17) werden und die gegenüberliegenden Längsseiten (11) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) soweit abgebogen werden, daß sie gemeinsam mit den Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über der Innenseite (13) des Rohrbodens (4) ergeben.  
20

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Auftrennvorgang und der Abbiegevorgang in einem Werkzeug in einem einzigen Arbeitsgang durchgeführt wird.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, bestehend aus flachen Wärmetauscherrohren (1), deren Enden (3) in zugeordneten mit Durchzügen (6) versehenen Öffnungen (5) von Rohrböden (4) stecken, wobei sie so weit über die Innenseite  
5 (13) der Rohrböden (4) ragen, daß die Längsseiten (11) der flachen Wärmetauscherrohre (1) in Richtung zum Rohrboden (4) hin umbiegbar sind, wobei die Rohrböden (4) mit Sammelkästen (7) zusammenwirken.

Der innere Druckverlust des Wärmetauschers kann wesentlich und mit äußerst einfachen Mitteln, dadurch reduziert werden, daß die Längsseiten (11) an den En-  
10 den (3) der flachen Wärmetauscherrohre (1) so weit umgebogen sind, daß die Enden (3) der Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über dem Rohrboden (4) bilden, die Strömungstrichter (26) der Wärmetauscherrohre (1) einschließt.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren sieht vor, daß die gegenüberliegenden Schmalseiten (12) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) aufgespaltet  
15 (17; 31) werden und die gegenüberliegenden Längsseiten (11) der Enden (3) der Wärmetauscherrohre (1) so weit abgebogen werden, daß sie gemeinsam mit den Längsseiten (11) benachbarter Wärmetauscherrohre (1) eine strömungsgünstige Fläche (15) über der Innenseite (13) des Rohrbodens (4) ergeben.

20

Fig. 1

...

Fig. 1

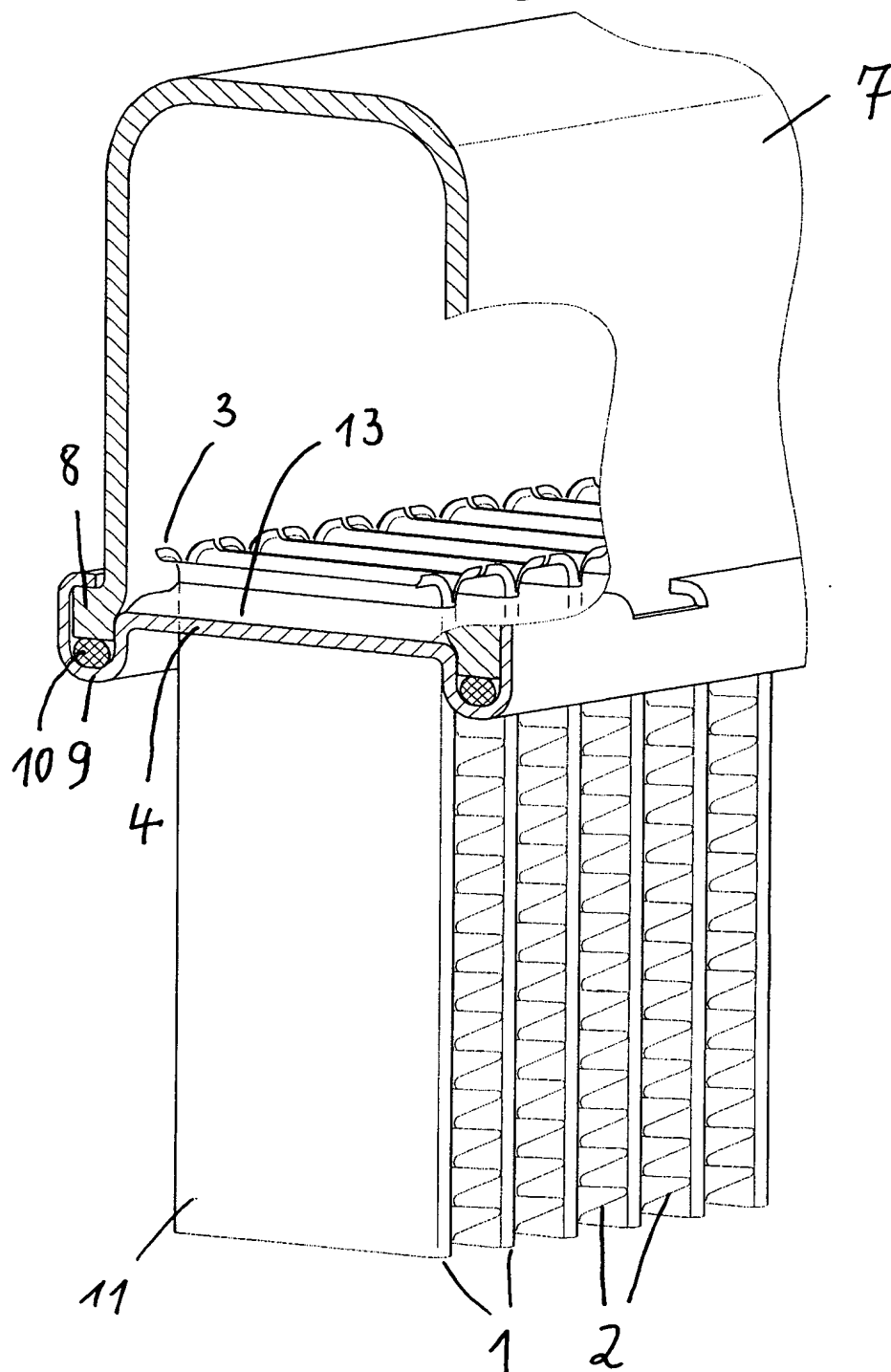




Fig. 4

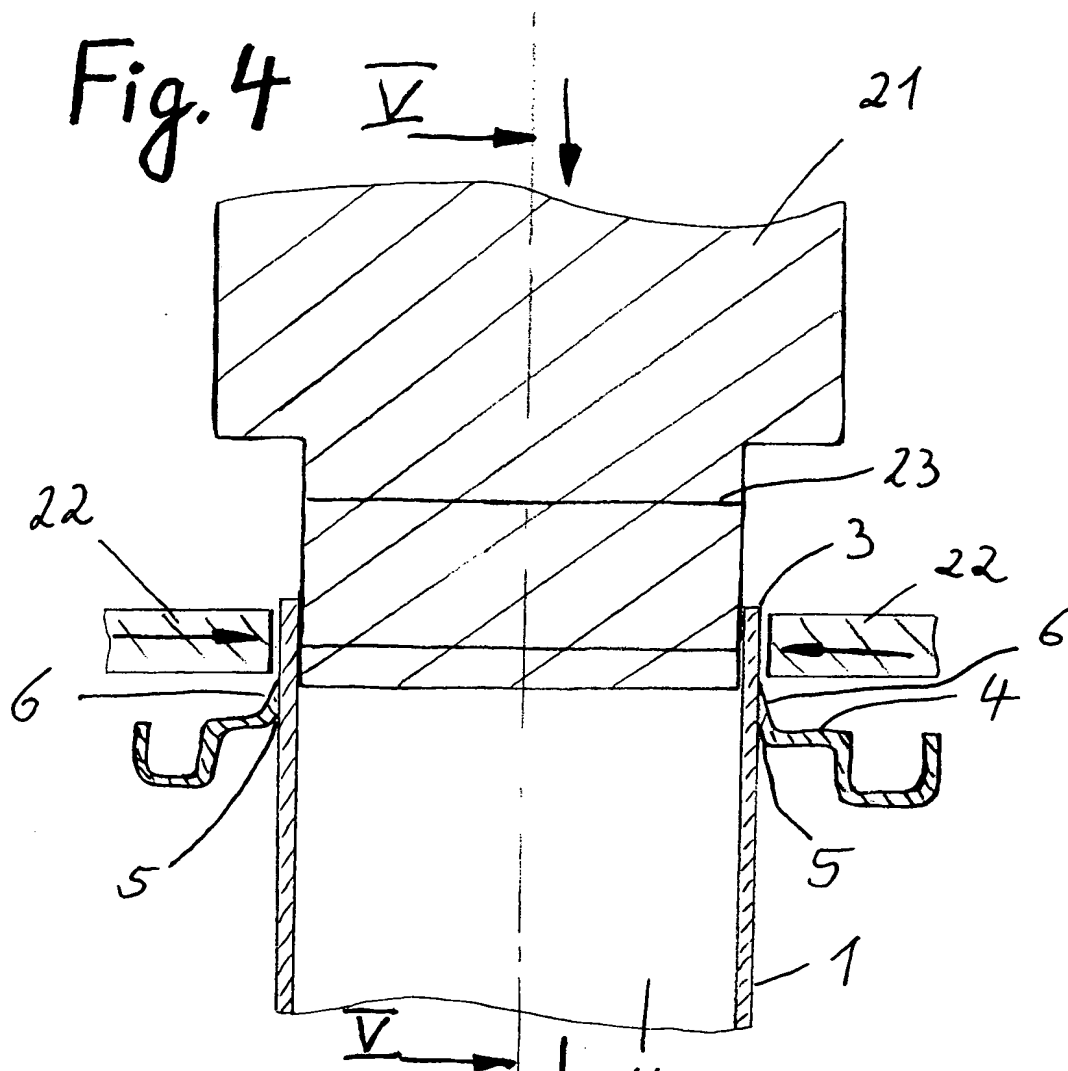


Fig. 5

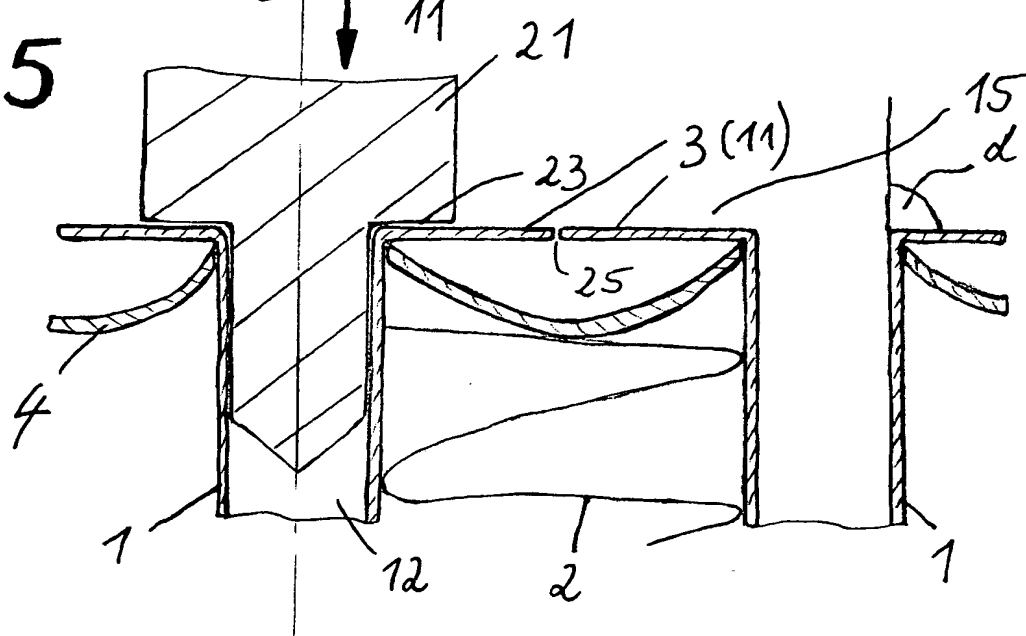


Fig. 6

A-A

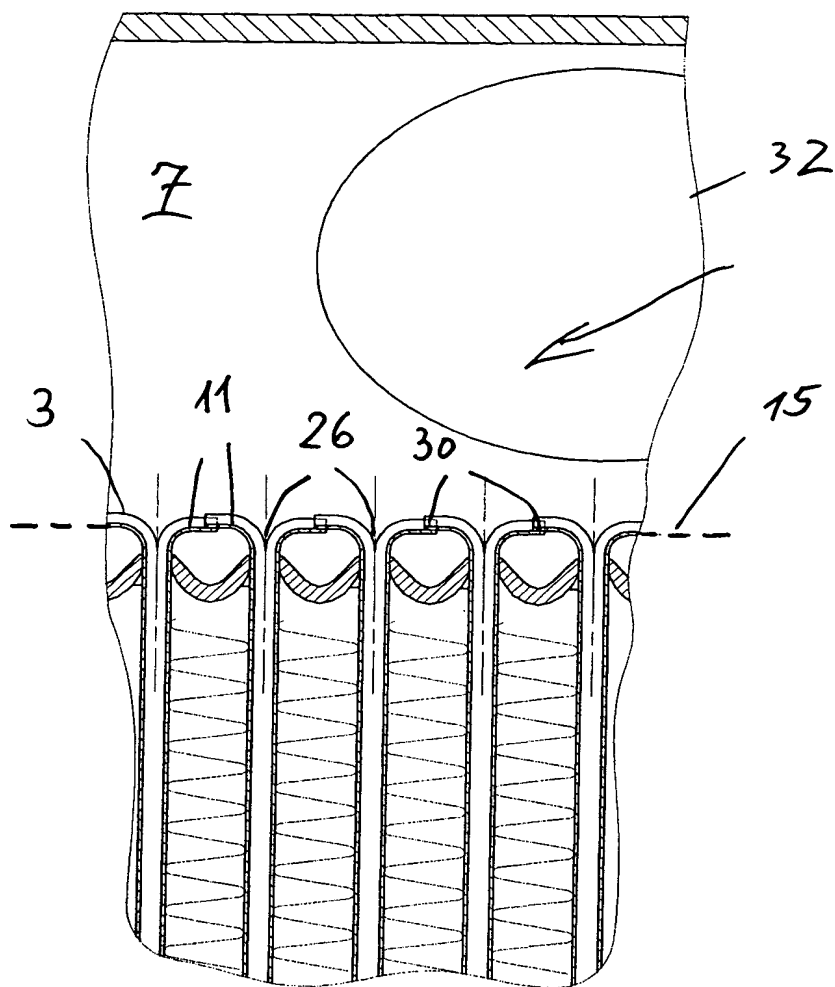


Fig. 7  
A-A

